

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-65130
(P2003-65130A)

(43)公開日 平成15年3月5日(2003.3.5)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)	
F 0 2 D 41/22	3 0 5	F 0 2 D 41/22	3 0 5 Z	3 G 0 2 2
	3 1 5		3 1 5 Z	3 G 0 8 4
	3 2 5		3 2 5 Z	3 G 3 0 1
	3 3 0		3 3 0 S	
41/06	3 1 5	41/06	3 1 5	

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-261277(P2001-261277)

(22)出願日 平成13年8月30日(2001.8.30)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000232999

株式会社日立カーエンジニアリング

茨城県ひたちなか市高場2477番地

(72)発明者 染野 禎

茨城県ひたちなか市高場2477番地 株式会

社日立カーエンジニアリング内

(74)代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔

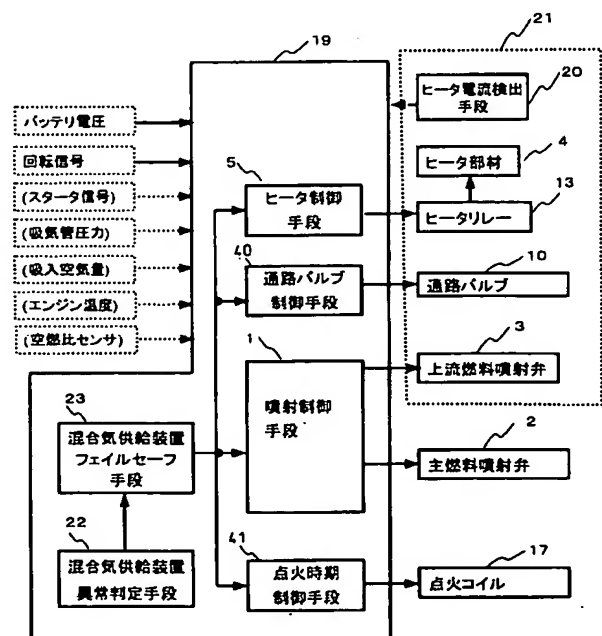
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 混合気供給装置の診断装置及びその診断方法

(57)【要約】

【課題】 混合気供給装置による混合気に異常がある場合に、異常と判定することができ、少なくともエンジン始動の確保と、エンジンストールに至るような問題が無く機関の運転を継続することができ、かつ排気ガスの悪化を防止することが可能な混合気供給装置の診断装置及びその診断方法を提供する。

【解決手段】 前記気化手段が作動した状態で、前記混合気供給手段から混合気を供給しているときの混合気の状態を検出する混合気状態検出手段と、前記混合気状態検出手段の検出結果に基づいて、前記混合気供給手段の異常を判定する判定手段を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関に燃料を供給する主燃料噴射弁と、前記主燃料噴射弁より上流に燃料を供給する上流燃料噴射弁及び前記上流燃料噴射弁から供給する燃料の全て又は一部を気化する気化手段により前記主燃料噴射弁の上流から混合気を供給する混合気供給手段とを備える内燃機関の混合気供給装置において、前記気化手段が作動した状態で、前記混合気供給手段から混合気を供給しているときの混合気の状態を検出する混合気状態検出手段と、前記混合気状態検出手段の検出結果に基づいて、前記混合気供給手段の異常を判定する判定手段とを備えることを特徴とする混合気供給装置の診断装置。

【請求項 2】 内燃機関に燃料を供給する主燃料噴射弁と、前記主燃料噴射弁より上流に燃料を供給する上流燃料噴射弁と、前記上流燃料噴射弁から供給する燃料の全て又は一部を加熱して気化するヒータ部材と、前記ヒータ部材の通電制御を行うヒータ制御手段とにより、前記主燃料噴射弁の上流から混合気を供給する内燃機関の混合気供給装置において、前記ヒータ制御手段により前記ヒータ部材に通電した状態で、前記上流燃料噴射弁から燃料を供給しているときに形成される混合気の状態を検出する混合気状態検出手段と、前記混合気状態検出手段の検出結果に基づいて、前記上流燃料噴射弁、前記ヒータ部材のいずれか 1 つ又は両方の異常を判定する判定手段とを備えることを特徴とする混合気供給装置の診断装置。

【請求項 3】 前記混合気状態検出手段は、機関回転数、吸気管圧力、燃焼圧力、トルク値、排気温度、HC 濃度、NO_x 濃度、CO 濃度のうち少なくとも 1 つの検出結果に基づいて混合気状態を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 4】 前記判定手段は、前記混合気状態検出手段の検出結果の絶対値、変化量、変化率、予め設定される目標値からの偏差量、変動サージのうち少なくとも 1 つに基づいて判定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 5】 前記判定手段により異常と判定されたときに、前記上流燃料噴射弁から供給する燃料を減量又は停止し、かつ前記主燃料噴射弁から供給する燃料の増加又は前記主燃料噴射弁への切換えと、前記気化手段の停止と、点火時期の補正とを行うフェールセーフ制御手段をさらに備え、前記内燃機関の運転状態の悪化と、有害排気ガス排出量の増加のいずれか 1 つ又は両方を抑制するように前記フェールセーフ制御手段を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 6】 前記判定手段により異常と判定されたときに、前記上流燃料噴射弁から供給する燃料を減量又は停止し、かつ前記主燃料噴射弁から供給する燃料の増加

又は前記主燃料噴射弁への切換えと、前記ヒータ部材への通電の停止と、点火時期の補正とを行うフェールセーフ制御手段をさらに備え、

前記内燃機関の運転状態の悪化と、有害排気ガス排出量の増加のいずれか 1 つ又は両方を抑制するように前記フェールセーフ制御手段を用いることを特徴とする請求項 2 に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 7】 始動クランキング中は少なくとも前記主燃料噴射弁により燃料噴射を行い、機関回転速度が所定値を超えたとき、又は吸気管圧力が所定値以下となったときに、前記主燃料噴射弁による燃料供給が正常と判定する主燃料供給判定手段と、前記主燃料供給判定手段により正常と判定されたときに、前記主流燃料噴射弁から供給する燃料を減量又は停止するとともに、前記上流燃料噴射弁から供給する燃料の増加又は前記上流燃料噴射弁への切換えとを行い、前記気化手段の作動を行う燃料供給変更手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 8】 始動クランキング中は少なくとも前記主燃料噴射弁により燃料噴射を行い、機関回転速度が所定値を超えたとき、又は吸気管圧力が所定値以下となったときに、前記主燃料噴射弁による燃料供給が正常と判定する主燃料供給判定手段と、前記主燃料供給判定手段により正常と判定されたときに、前記主流燃料噴射弁から供給する燃料を減量又は停止するとともに、前記上流燃料噴射弁から供給する燃料の増加又は前記上流燃料噴射弁への切換えとを行い、前記ヒータ部材への通電を行う燃料供給変更手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 2 に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 9】 スロットル弁をバイパスする補助空気通路と、前記補助空気通路の空気量を調節する補助空気通路バルブと、前記内燃機関が始動後と判定された後は、所定の目標回転数となるように前記補助空気通路バルブを制御する目標回転数制御手段と、少なくとも前記上流燃料噴射弁から燃料を供給しているときに点火時期を遅角側に制御する点火時期制御手段と、前記点火時期が遅角側に制御されている状態における前記混合気状態検出手段の検出結果に基づいて、前記上流燃料噴射弁、前記気化手段、前記補助空気通路バルブのいずれか 1 つ又は複数の異常を判定する判定手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1、5 又は 7 のいずれか一項に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 10】 スロットル弁をバイパスする補助空気通路と、前記補助空気通路の空気量を調節する補助空気通路バルブと、前記内燃機関が始動後と判定された後は、所定の目標回転数となるように前記補助空気通路バルブを制御する目標回転数制御手段と、少なくとも前記上流燃料噴射弁から燃料を供給しているときに点火時期を遅角側に制御する点火時期制御手段と、前記点火時期が遅角側に制御されている状態における前記混合気状態

検出手段の検出結果に基づいて、前記上流燃料噴射弁、前記ヒータ部材、前記補助空気通路バルブのいずれか 1 つ又は複数の異常を判定する判定手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 2、6 又は 8 のいずれか一項に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 11】 前記点火時期制御手段は、点火時期の遅角制御を所定回に分けて実行することを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 12】 前記混合気状態検出手段は、吸入空気量、補助空気通路バルブ制御量、燃料噴射量のいずれか 1 つ又は複数の検出結果に基づいて混合気状態を検出することを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 13】 バッテリの劣化を判定する手段と、バッテリーの劣化が無いと判定されて、前記上流燃料噴射弁から燃料を供給しているときに、バッテリー電圧の検出結果に基づいて前記混合気供給手段の異常を判定することを特徴とする請求項 1 記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 14】 前記混合気状態検出手段は、前記ヒータ部材に通電される電流値を検出するヒータ電流検出手段と前記ヒータ部材への通電を開始した後における前記ヒータ電流検出手段の検出結果と、予め燃料噴射量に応じて設定されたヒータ電流の故障設定値に基づいて混合気状態を検出することを特徴とする請求項 2 記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 15】 前記判定手段により異常と判定されたときに異常を記憶する異常記憶手段と、異常を警告する異常警告手段のいずれか 1 つ又は両方を備えることを特徴とする請求項 1、2 又は 13 に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 16】 前記気化手段は、電気式ヒータによる気化、燃焼によるヒータ気化、超音波振動による気化、温水利用による気化、排気温度利用による気化のうち少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 1 又は 5 のいずれか一項に記載の混合気供給装置の診断装置。

【請求項 17】 内燃機関に燃料を供給する主燃料噴射弁と、前記主燃料噴射弁より上流に燃料を供給する上流燃料噴射弁及び前記上流燃料噴射弁から供給する燃料の全て又は一部を気化する気化手段により前記主燃料噴射弁の上流から混合気を供給する混合気供給手段とを備える内燃機関の混合気供給装置の診断方法であって、前記気化手段が作動した状態で、前記混合気供給手段から混合気を供給しているときの混合気の状態を検出するステップと、前記検出結果に基づいて前記混合気供給手段の異常を判定するステップとを有することを特徴とする混合気供給装置の診断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、混合気供給装置の診断装置及びその診断方法に関し、詳細には、主燃料噴射弁の上流から混合気を供給する混合気供給手段を設けた内燃機関の混合気供給装置の故障診断装置、その診断方法及びそのフェールセーフの改良に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の技術として、燃料噴射弁により噴射される燃料を吸気通路に設けたヒータで加熱し、気化することにより、吸気通路や吸気弁に付着する燃料を減らし、特に冷機始動時の燃焼改善と、有害な炭化水素の排出量の低減を図る方式が提案されている。例えば、米国特許 No. 5894832 では、各気筒の吸気ポート付近に設けられる燃料噴射弁（主燃料噴射弁）に加えて、その上流のスロットル弁をバイパスする補助空気通路に燃料噴射弁（上流燃料噴射弁）とヒータを配置する構成により冷機始動後の暖機過程で上流燃料噴射弁よりヒータに向けて燃料噴射を行い、ヒータで燃料気化を促進することにより吸気通路への燃料付着を防止し燃焼改善を図るものがある。

【0003】また、上記公知例では気化燃料をシリンダ内へ供給することで、混合気形成が良くなり燃焼改善効果が得られることから、始動後のアイドルで点火時期の遅角量をヒータの無い従来のエンジンに対し大きくしても安定して燃焼できる。よって、ヒータにより燃料を加熱気化するとともに点火時期の遅角量を大きくして、排気温度を上昇させ、触媒の活性を促進することにより冷機始動後において有害な炭化水素（HC）の排出量を低減できるという利点がある。さらに、上記公知例ではヒータ電流検出手段を備えている場合のヒータ電流値により異常判定する方法も提案している。

【0004】また、冷機始動時の燃焼改善が目的ではないものの、直噴火花点火式内燃機関の特に均質吸気による高回転・高負荷領域での燃焼改善効果を狙って、特開 2000-213398 及び特開 2000-274296 号公報には、燃焼室内に直接燃料を噴射する主燃料噴射弁と吸気通路内に燃料を供給可能な補助燃料噴射弁とに燃料供給を分担させる切換え制御手段を設けた燃料噴射制御装置において、補助燃料噴射弁の故障を診断する手段として、所定の運転条件、実施例では高回転・高負荷域において検出された空燃比に基づいて診断する方式が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながらこのような従来の混合気供給装置にあっては、以下のような問題点があった。上記米国特許では、上流燃料噴射弁から燃料を供給する場合は、ヒータに付着させて気化した燃料によって燃焼を改善するので、主燃料噴射弁側の噴射をほぼ停止して使用される。また、ヒータ電流を検出することにより、例えばヒータの極度に劣化した場合、あるいはヒータへの電源供給系が断線した場合など、ヒータ

電流の異常として顕著に現れる現象については検出できる。しかし、ヒータ性能の中途半端な劣化、あるいはヒータ性能としては正常であっても、例えば上流燃料噴射弁への燃料供給通路の遮断や燃料噴射弁への異物の混入や堆積により流露面積が減少して燃料噴射量が減少するなどの上流燃料噴射弁の異常などでは、混合気としては異常な場合であっても検出できない。したがって、異常と判定されないまま、十分な気化燃料が供給されなくなるので、燃焼の改善効果が発揮されなくなり、炭化水素の排出量の増加や、最悪燃焼できずにエンジンストールに至るという問題があった。

【0006】特に、始動クランキングを含む運転期間に、主燃料噴射弁単独で始動した後に上流燃料噴射弁を備えた混合気供給装置の単独噴射とする運転状態とした場合、前記のようなヒータあるいは、上流燃料噴射弁の異常など、混合気供給装置の異常があると、機関が自力で回転し出すのとほぼ同時期のタイミングでエンジンストールに至るので、最悪走行することができないという問題があった。

【0007】また、特開 2000-213398 及び特開 2000-274296 号公報に記載の技術では、直噴火花点火式内燃機関の均質吸気による高回転・高負荷領域での燃焼改善効果を狙っているため、補助燃料噴射弁を作動させて主燃料噴射弁とに分担させる切換え制御手段が、高回転・高負荷領域での設定でかつ、補助燃料噴射弁と主燃料噴射弁とを併用した場合の空燃比がリッチ、主燃料噴射弁のみから燃料噴射された場合の空燃比がリーンとなるように予め設定する。したがって、主燃料噴射弁のみの場合の空燃比も弱リーンに設定すれば、燃焼の変化が極端に変化しないので運転者がショックとして感じるような運転性の悪化が無く、かつ空燃比の変化で検出することもできる。しかし、混合気供給装置単独でみた場合、混合気供給装置が故障すると運転性の悪化が認識され易いので、燃焼状態の悪化を速く検出する必要がある。空燃比センサによる検出では、主に O₂ 濃度を検出しているので、特性的に失火状態でもリーン側の出力をする場合があり、混合気としては不適切な場合でも、空燃比としては空気と燃料の比率が合っていれば異常を検出できないという問題点がある。また、始動クランキングを含む運転期間では、機関が自力で回転し出すので、燃焼が大きな変化をする過渡領域であり、燃焼状態の悪化を速く検出するのが難しく、空燃比に基づいて診断するには誤検出などの問題点があった。

【0008】本発明は、前記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、混合気供給装置による混合気に異常がある場合に、異常と判定することができ、少なくともエンジン始動の確保と、エンジンストールに至るような問題が無く機関の運転を継続することができ、かつ排気ガスの悪化を防止することが可能な混合気供給装置の診断装置及びその診断方法を提供すること

にある。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成すべく、本発明の混合気供給装置の診断装置は、基本的には、内燃機関に燃料を供給する主燃料噴射弁と、前記主燃料噴射弁より上流に燃料を供給する上流燃料噴射弁と、前記上流燃料噴射弁から供給する燃料の全て又は一部を気化する気化手段とにより前記主燃料噴射弁の上流から混合気を供給する混合気供給手段とを備える内燃機関の混合気供給装置において、前記気化手段が作動した状態で、前記混合気供給手段から混合気を供給しているときの混合気の状態を検出する混合気状態検出手段と、前記混合気状態検出手段の検出結果に基づいて、前記混合気供給手段の異常を判定する判定手段とを備えることを特徴としている。

【0010】また、本発明の混合気供給装置の診断装置は、基本的には、内燃機関に燃料を供給する主燃料噴射弁と、前記主燃料噴射弁より上流に燃料を供給する上流燃料噴射弁と、前記上流燃料噴射弁から供給する燃料の全て又は一部を加熱して気化するヒータ部材と、前記ヒータ部材の通電制御を行うヒータ制御手段とにより、前記主燃料噴射弁の上流から混合気を供給する内燃機関の混合気供給装置において、前記ヒータ制御手段により前記ヒータ部材に通電した状態で、前記上流燃料噴射弁から燃料を供給しているときに形成される混合気の状態を検出する混合気状態検出手段と、前記混合気状態検出手段の検出結果に基づいて、前記上流燃料噴射弁、前記ヒータ部材のいずれか 1 つ又は両方の異常を判定する判定手段とを備えることを特徴としている。

【0011】また、本発明に係る混合気供給装置の診断装置の具体的態様は、前記気化手段は、ヒータ部材と、ヒータ制御手段とし、前記混合気状態検出手段は、機関回転数、吸気管圧力、燃焼圧力、トルク値、排気温度、HC 濃度、NO_x 濃度、CO 濃度のいずれか一つ、又は複数の検出結果に基づき、混合気状態を検出し、前記異常を判定する判定手段は、前記混合気状態検出手段の検出結果の絶対値、変化量、変化率、予め設定される目標値からの偏差量、変動サージのいずれか 1 つ又は複数に基づいて判定するように構成した。

【0012】前述の如く構成された本発明に係る混合気供給装置の診断装置は、混合気供給装置が、ヒータの劣化による上流燃料噴射弁から供給される気化燃料の減少やヒータへの電源供給系の断線などによるヒータ関連の異常あるいは、上流燃料噴射弁への燃料供給通路の遮断や燃料噴射弁への異物の混入や堆積により流露面積が減少して燃料噴射量が減少するなど、混合気として異常がある場合に、混合気状態を検出して予め設定してある所定の劣化度を超えた場合に異常と判定する。

【0013】また、本発明の混合気供給装置の診断装置は、前記判定手段により異常と判定されたときに、前記

上流燃料噴射弁から供給する燃料を減量又は停止し、かつ前記主燃料噴射弁から供給する燃料の増加又は前記主燃料噴射弁への切換えと、前記気化手段の停止又は前記ヒータ部材への通電の停止と、点火時期の補正とをただちに、又は段階的に行うフェールセーフ制御手段をさらに備え、前記内燃機関の運転状態と、排気ガス排出量のいずれか1つ又は両方の悪化を抑制するように前記フェールセーフ制御手段を用いることを特徴としている。前述の如く構成された本発明に係る混合気供給装置の診断装置は、少なくともエンジン始動の確保と、機関の運転継続と、排気ガスの悪化を防止することができる。

【0014】また、本発明の混合気供給装置の診断装置は、始動クランキング中は少なくとも前記主燃料噴射弁により燃料噴射を行い、機関回転速度が所定値を超えたとき、又は吸気管圧力が所定値以下となったときに、前記主燃料噴射弁による燃料供給が正常と判定する主燃料供給判定手段と、前記主燃料供給判定手段により正常と判定されたときに、前記主流燃料噴射弁から供給する燃料を減量又は停止するとともに、前記上流燃料噴射弁から供給する燃料の増加又は上流燃料噴射弁への切換えとを行い、前記気化手段の作動又は前記ヒータ部材への通電とを行う燃料供給変更手段とをさらに備えることを特徴としている。

【0015】前述の如く構成された本発明に係る混合気供給装置の診断装置は、少なくとも主燃料噴射弁による前記主燃料供給手段判定が正常と判定されたときに、上流燃料噴射弁へ切換えて診断を実施するので、前記主燃料供給手段の異常によって、混合気供給手段の異常判定が影響を受けて誤判定するのを防止することができる。

【0016】また、本発明の混合気供給装置の診断装置は、スロットル弁をバイパスする補助空気通路と、前記補助空気通路の空気量を調節する補助空気通路バルブと、前記内燃機関が始動後と判定された後は、所定の目標回転数となるように前記補助空気通路バルブを制御する目標回転数制御手段と、少なくとも前記上流燃料噴射弁から燃料を供給しているときに点火時期を遅角側に制御する点火時期制御手段と、前記点火時期が遅角側に制御されている状態における前記混合気状態検出手段の検出結果に基づいて、前記上流燃料噴射弁、ヒータ部材、補助空気通路バルブのいずれか1つ又は複数の異常を判定する判定手段とをさらに備えることを特徴としている。前述の如く構成された本発明に係る混合気供給装置の診断装置は、点火時期の遅角量に対する燃焼状態を検出しながら劣化度の判定ができるので、極端な炭化水素の排出量の増加や、最悪エンジンストールに至るのを防止することができる。

【0017】また、本発明の他の具体的な態様は、前記点火時期制御手段は、点火時期の遅角制御を所定回に分けて実行することを特徴としている。また、本発明の他の具体的な態様は、前記混合気状態検出手段は、空気

量、補助空気通路バルブ制御量、燃料噴射量のいずれか1つ又は複数の検出結果に基づいて検出することを特徴としている。また、本発明の他の具体的な態様は、バッテリーの劣化を判定する手段と、バッテリーの劣化が無いと判定されて、前記上流燃料噴射弁から燃料を供給しているときに、バッテリー電圧の検出結果に基づいて前記混合気供給手段の異常を判定することを特徴としている。

【0018】また、本発明の他の具体的な態様は、前記混合気状態検出手段は、前記ヒータ部材に通電される電流値を検出するヒータ電流検出手段と前記ヒータ部材への通電を開始した後における前記ヒータ電流検出手段の検出結果と、予め燃料噴射量に応じて設定されたヒータ電流の故障設定値に基づいて混合気状態を検出することを特徴としている。また、本発明の他の具体的な態様は、前記判定手段により異常と判定されたときに異常を記憶する異常記憶手段と、異常を警告する異常警告手段のいずれか1つ又は両方を備えることを特徴としている。また、本発明の他の具体的な態様は、前記気化手段は、電気式ヒータによる気化、燃焼によるヒータ気化、超音波振動による気化、温水利用による気化、排気温度利用による気化のうち少なくとも1つであることを特徴としている。

【0019】また、本発明に係る混合気供給装置の診断方法は、内燃機関に燃料を供給する主燃料噴射弁と、前記主燃料噴射弁より上流に燃料を供給する上流燃料噴射弁と前記上流燃料噴射弁から供給する燃料の全て又は一部を気化する気化手段により前記主燃料噴射弁の上流から混合気を供給する混合気供給手段とを備える内燃機関の混合気供給装置の診断方法であって、前記気化手段が作動した状態で、前記混合気供給手段から混合気を供給しているときの混合気の状態を検出するステップと、前記検出結果に基づいて前記混合気供給手段の異常を判定するステップとを有することを特徴としている。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面により本発明の混合気供給装置の診断装置及びその診断方法の一実施形態について詳細に説明する。

【0021】図1は、実施形態の混合気供給装置の診断装置を備えたエンジンシステムの構成を示した図である。図1において、100はエンジンであり、エンジン100の吸気通路6には吸入空気量センサ7、及びスロットル弁8が設けられる。各シリンダの吸気ポート入口には主燃料噴射弁2が設けられる。吸気通路6の上流部には、エアアシスト式の高微粒化噴射弁である上流燃料噴射弁3、及び燃料微粒化用の空気をスロットル弁8の上流から取り込み、上流燃料噴射弁3に供給する空気通路11が設けられる。一般的に、噴射燃料の粒径を10ミクロン程度まで微粒化すれば、燃料は吸気通路に付着すること無くシリンダに流入することが知られており、吸気通路6に付着する燃料が少なくなるように上流燃料

噴射弁 3 の噴射燃料は約 10 ミクロンに微粒化される。

【0022】上流燃料噴射弁 3 の噴射方向には、ヒータ部材 4 (気化手段) が設けられる。ヒータ部材 4 は、温度を一定に保つことのできる PTC (正特性サーミスタ) ヒータ等を用いることができる。PTC ヒータは、周囲温度が低下しても PTC ヒータ自身のジュール発熱量を自動的に増加させてヒータ温度を一定に保持させようとする動作する自己発熱、自己制御型のヒータである。動作温度はその材料組成によって一義的に決まり、100~300℃の間で選択可能である。また、PTC ヒータを構成する PTC セラミックの組成を変化させることによってキュリー点も自由に変化させられる。このヒータ部材 4 には、バッテリー 12 より、ヒータリレー 13 を介して電流が供給される。ヒータ電流は電流検出用抵抗 20 (ヒータ電流検出手段) の端子電圧により検出される。

【0023】また、スロットル弁 8 をバイパスする補助空気通路 9 には、補助空気の量を調節するアイドルスピードコントロールバルブ (以下、ISC バルブという) あるいは ON、OFF で通路を開閉するエアバルブなどの補助空気通路制御バルブ 10 が設けられる。

【0024】ここで、補助空気通路 9 は、ヒータ部材 4 に空気流が向かうように出口形状が形成される。上流燃料噴射弁 3 の燃料粒径には多少のばらつきが有り粒径の大きな燃料粒子も一部存在するが、上流燃料噴射弁 3 から噴射された燃料のうち、粒径の小さな燃料粒子は空気流により下流に運ばれて直接シリンダに流入する。このため、ヒータ部材 4 に付着するのは粒径の大きな燃料粒子のみ付着させ気化される。

【0025】上記上流燃料噴射 3、補助空気通路 9、通路バルブ 10、空気通路 11、ヒータ部材 4、及びヒータ電流検出用抵抗 20 とにより、混合気供給装置 21 が構成される。スロットル弁 8 で流量調整されヒータ部材 4 により気化促進された空気は、気筒の上流側に配設される燃料噴射弁 (インジェクタ) 2 から噴射された燃料と混合されて各気筒に供給・燃焼される。

【0026】前記各気筒で燃焼した燃料の排ガスは、排気管 31 を通じて触媒コンバータ (図示省略) に導かれ、浄化された後に排出される。排気管 31 には、排気空燃比に対してリニアな空燃比信号を出力する酸素濃度センサ 32 が適宜位置に配置されている。また、吸気通路 6 のヒータ部材 4 の下流の吸気管内の圧力を検出する吸気管圧力センサ 30、エンジンの所定のクランク角度位置に設定され、エンジン回転数を検出する手段の一つであるクランク角度センサ 14、エンジンのシリンダ内に供給された燃料の混合気に点火する点火プラグ 16 に、点火信号に基づいて点火コイル 17 及びパワースイッチ 18 により点火エネルギーを供給する点火装置、エンジンの冷却水温を検出する水温センサ 15、シリンダ内の燃焼圧力を検出する燃焼圧力センサ 33 が、前記エン

ジン 100 の各々の適宜位置に配置されている。

【0027】各センサの信号は、コントロールユニット 19 に入力され、主燃料噴射弁 2、上流燃料噴射弁 3、ヒータ部材 4、ヒータリレー 13、ISC バルブ 10 及びパワースイッチ 18 は、コントロールユニット 19 により制御される。前記酸素濃度センサ 32 は、実施形態では、排気空燃比に対して比例的な信号を出力するものを示しているが、排気ガスが理論空燃比に対して、リッチ側/リーン側の 2 つの信号を出力するものでも差し支えない。

【0028】コントロールユニット 19 は、車体あるいはエンジンルーム内に配置され、前記種々のセンサから出力される電気的な信号に基づいて、所定の演算処理を行い、運転状態に最適な制御を行うべく、上流燃料噴射弁 3、主燃料噴射弁 2 の開閉、ヒータ部材 4 の駆動、点火プラグ 16 の駆動、及び前記アイドルスピードコントロールバルブの開閉等を行う信号を各々出力する。また、コントロールユニット 19 は、上記エンジンに供給される混合気の空燃比制御や点火制御、アイドルスピード制御 (ISC) を行うと共に、空燃比補正係数の学習方法を備えた燃料制御を行う。

【0029】図 2 は、コントロールユニット 19 及び混合気供給装置 21 の内部構成を示した図である。コントロールユニット 19 は、エンジンに設置された各センサの電気的信号をデジタル演算処理用の信号に変換、及びデジタル演算用の制御信号を実際のアクチュエータの駆動信号に変換する入出力インターフェイス (I/O LSI)、I/O LSI からのデジタル演算処理用の信号から、エンジンの状態を判別しエンジンの要求する燃料量、点火時期等を予め定められた手順に基づいて計算し、その計算された値を I/O LSI に送る演算処理装置 (MPU)、演算処理装置の制御手順及び制御定数が格納された不揮発性のメモリ (EPROM)、演算処理装置の計算結果等が格納される揮発性のメモリ (RAM) から構成される。

【0030】前記 I/O LSI は、前記吸入空気量センサ 7、前記クランク角センサ 14、前記冷却水温センサ 15、前記吸気管圧力センサ 30、前記酸素濃度センサ 32、イグニッションスイッチ、バッテリー電圧、クラッチスイッチ等の種々のセンサの電気的信号をデジタル演算処理用の信号に変換する。

【0031】前記演算処理装置 (MPU) は、前記 I/O LSI により変換されたデジタル演算処理用の信号に基づいて、エンジン 100 の状態を判別し、該エンジン 100 の要求燃料量、及び点火時期等を前記 EPROM で予め定められた手順に基づいて計算し、該計算結果を前記 RAM に格納するとともに、前記 I/O LSI に送信する。そして、該 I/O LSI は、デジタル用の制御信号を各アクチュエータの駆動信号に変換し、アイドルスピードコントロールバルブ、上流燃料噴射弁 3、主

燃料噴射弁 2、点火プラグ 16 に、バルブ開度指令値、第 1 乃至第 N 気筒燃料噴射弁信号、第 1 乃至第 N 気筒点火コイル信号の各駆動信号を出力する。なお、前記 RAM には、前記イグニッションスイッチが OFF で、コントロールユニット 19 に電源が供給されない場合でも、メモリ内容を保存することを目的としたバックアップ電源が接続されることもある。

【0032】前記コントロールユニット 19 の混合気供給機能部は、混合気供給装置異常判定手段 22、混合気供給装置フェールセーフ手段 23、上流燃料噴射弁 3 及び主燃料噴射弁 2 を制御する噴射制御手段 1、ヒータ制御手段 5、通路バルブ 10 を制御する通路バルブ制御手段 40、及び点火コイル 17 を制御する点火時期制御手段 41 を備えて構成される。また、図 2 において、混合気供給装置 21 は、上流燃料噴射 3、通路バルブ 10、ヒータリレー 13、ヒータ部材 4、及びヒータ電流検出用抵抗からなるヒータ電流検出手段 20 を備えて構成される。

【0033】以下、上述のように構成された混合気供給装置 21 の診断装置及びその診断方法の動作を説明する。まず、混合気供給装置 21 の故障を検出する混合気供給装置異常判定手段 22 の具体的な方法について図 3 乃至図 5 により説明する。

【0034】図 3 乃至図 5 は、混合気供給装置異常判定手段 22 の具体的な方法を示す図である。図 3 乃至図 5 では一例として、混合気供給装置 21 が、通路バルブ 10、上流燃料噴射弁 3、前記上流燃料噴射弁 3 の噴射方向に、気化手段として、上流燃料噴射弁 3 の噴射燃料の全て又は一部を加熱により気化させるヒータ部材 4 を備えて構成している。

【0035】上記構成において、特に気化手段による混合気は、重質、軽質などのガソリンの性状によらず、点火時期の遅角量を大きくして、排気温度を上昇させ、触媒の活性を促進することにより冷機始動後において有害な炭化水素 (HC) の排出量を低減できるという利点がある。よって混合気の状態は、エンジンの挙動にもっとも顕著に現れる。したがって、混合気の状態の異常を速く検出するには、エンジン挙動を捉えるのが最も好ましい。また他の方法としては、混合気によるエンジンの燃焼状態、排気ガス成分などでも混合気の状態を判定してもよい。

【0036】図 3 は、エンジン始動後に混合気供給装置から混合気を供給しているときのエンジン回転数の挙動を示す図である。同図において、実線が混合気供給手段に異常が無い場合、破線が何らかの問題がある場合の挙動であり、エンジン回転数 N の変化量が問題の無い場合より大きくなる。

【0037】前記混合気状態検出手段が、エンジン回転数の検出である場合、前記混合気供給手段の異常を判定する判定手段は、図 3 に示す所定期間 (t mm) 間のエ

ンジン回転数の最大変化幅 ΔN で検出する方法、あるいは所定時間 (d t) 当りの変化量の大きさ (d N) を検出して所定時間 (t mm) 内の最大値 $\Delta d N m$ の大きさで判定する方法、あるいは図 4 に示すように目標エンジン回転数 (N me a) からの偏差量 (d N me a) の大きさを判定する方法がある。これに限らず他にも気筒間の燃焼の変動差から、特定の気筒のみ燃焼が悪化する場合もあるので、所定時間 (t mm) 間に発生するサージの大きさに応じて判定するようにしても良い。

【0038】図 5 は、始動クランキングとともにヒータを通電して、上流燃料噴射弁 3 で始動するようにした場合のエンジン回転数の挙動を示した図であり、例えばクランキングから予め設定されている所定の期間、例えば外気温度が常温 20℃ 以上ではクランキング開始後 5 から 10 秒以内、極低温時では 20 秒以内の間にエンジン回転数が所定値に達しないときには混合気供給装置 21 が異常であると判定される。

【0039】図 6 は、混合気供給装置異常判定手段 22 の具体的な方法を更に詳細に示す図である。まず、スタートによる始動クランキングとともに、主燃料噴射弁 2 で図 6 (c) に示すように噴射を行い始動するようにする。この理由は、始動から混合気供給装置 21 のみで混合気を供給する場合は、主燃料噴射弁 2 の上流から供給するので、シリンダまでの吸気管ボリュームが大きく、輸送遅れが生じ、始動するのに時間がかかるという問題があるためである。そこで、始動は主燃料噴射弁 2 により燃料を供給し、エンジンが始動した後に、混合気供給装置 21 からの混合気の供給に切換える方法とすることにより、始動時間を短縮できるという効果がある。また、主燃料噴射弁 2 による前記主燃料供給手段判定が正常と判定されたときに、上流燃料噴射弁 3 へ切換えて診断を実施するので、前記主燃料供給手段の何らかの異常によって、混合気供給手段の異常判定が影響を受けて誤判定するのを防止することができる。

【0040】クランキングから上流燃料噴射弁 3 で燃料を供給し、予め設定されている所定の期間、例えば外気温度が常温 20℃ 以上ではクランキング開始後 5 から 10 秒以内、極低温時では 20 秒以内の間に、エンジン回転数が所定値 (完爆判定レベル) 例えば 800 r/min 以上に達したときに、主燃料供給判定手段により、主燃料噴射弁 2 の燃料供給手段が正常と判定する。前記所定期間の間にエンジン回転数が所定値に達しないときには主燃料噴射弁 2 あるいは、主燃料噴射に関連するこれ以外のデバイスなどが異常であると判定される。主燃料噴射弁 2 が正常と判定された後は、図 6 (c) の実線に示すように主燃料噴射弁 2 の噴射の分担を段階的に減量して最終的に停止する。一方、図 6 (d) の実線に示すように上流燃料噴射弁 3 による噴射を段階的に開始すれば、上流燃料噴射弁 3 で始動した時よりもシリンダへの燃料流入遅れが無いので始動性を悪化することなく、さ

らに始動後は上流燃料噴射弁 3 により気化燃料を供給することで、主燃料噴射弁 2 で噴射する場合に比べて吸気通路への付着燃料が減少し、燃焼安定性が向上するので燃焼の改善を図ることができる。またこのとき、図 6

(b) に示すように上流燃料噴射弁 3 による噴射開始と同時にヒータ部材 4 への通電を開始する。

【0041】前記上流燃料噴射弁 3 の噴射開始後は、図 6 (e) に示すように点火時期の遅角補正を実施し、排気温度を上昇させ触媒の活性を促進することができる。ヒータ部材 4 の消費電力を考慮して、例えば冷機始動後から触媒活性までの数十秒間、ヒータ部材 4 への通電、及び上流燃料噴射弁 3 で噴射を行い触媒の活性を促進するようにする。その後は図示しないが、走行を開始するまでに上流燃料噴射弁 3 の噴射及びヒータ部材 4 への通電を停止して、主燃料噴射弁 2 に切換えて噴射を実施する。

【0042】前記主燃料噴射弁 2 と上流燃料噴射弁 3 との切換え手段は、それぞれ単独での燃料供給となるように段階的に燃料量を制御するのであるが、燃料量の制御が噴射パルス幅として与えられる場合は、実際にはパルス幅を与えても燃料量を供給できないいわゆる無効パルス幅を設定しておいても良く、また主に供給する方の噴射弁の燃料供給分担を多く設定していれば、切換え手段と言える。

【0043】図 6 (a) のエンジン回転数において、実線で示す挙動は、上流燃料噴射弁 3 から成る混合気供給装置 2 1 が性能上問題が無い場合を示している。上流燃料噴射弁 3 の噴射開始後に図 6 (e) で示す点火時期の遅角補正を所定量まで実施した時点から、所定の t_{md} 後、 t_{mm} で設定される所定期間内のエンジン回転数の最大変化幅 ΔN_1 が検出される。

【0044】一方、図 6 (a) の破線は、上流燃料噴射弁 3 から成る混合気供給装置 2 1 が、ヒータの劣化による上流燃料噴射弁 3 から供給される気化燃料の減少やヒータ部材 4 への電源供給系の断線などによるヒータ関連の異常あるいは、上流燃料噴射弁 3 への燃料供給通路の遮断や燃料噴射弁への異物の混入や堆積により流路面積が減少して燃料噴射量が減少するなどの、何らかの問題がある場合の挙動であり、回転数の変化量が問題の無い場合より大きくなり、図 6 (e) で示す点火時期の遅角補正を所定量 (drt_d) まで実施した時点から、所定の t_{md} 後に、 t_{mm} で設定される所定期間内のエンジン回転数の最大変化幅 ΔN_2 が検出される。よって、混合気供給装置 2 1 の故障をエンジン回転数の最大変化幅の大きさと判定することができる。この t_{mm} 間における最大変化幅を ΔN とすると、 $\Delta N_1 < \Delta N_2$ となり、 ΔN の大きさが混合気供給装置 2 1 の異常状態、例えばヒータの劣化の割合と相関を持つ。

【0045】図 7 は、エンジン回転数変化量 ΔN と劣化度との関係を示す図である。図 7 に示すように、劣化度

が大きいほど異常であると判定する。この場合に前記エンジン回転数変化量 ΔN と劣化度とはほぼ比例関係にあり、劣化度は ΔN の所定の関数で与えられる。よって、予め排気性能やエンジン運転に影響がある値を判定値 $SLne$ として設定しておき、これを超える ΔN が検出された場合に異常と判定するようにする。あるいは ΔN に応じて段階的に劣化度を求め、予め設定してある所定の劣化度を超えた場合に異常判定とすることもできる。

【0046】図 8 及び図 9 は、混合気供給装置異常判定手段 2 2 の具体的な方法を更に詳細に示す図である。図 8 は、図 6 と同様に、上流燃料噴射弁 3 の噴射開始後に図 8 (e) で示す点火時期の遅角補正を所定量まで実施した時点から、所定の t_{md} 後、 t_{mm} で設定される所定期間の間のエンジン回転数以外の前記混合気状態検出手段、例えば図 8 (f) 吸気管圧力、図 8 (g) 燃焼圧、図 8 (h) トルク値、図 8 (i) HC 濃度などに基づいて、前記混合気供給装置 2 1 の異常状態を検出する方法を示したものである。

【0047】吸気管圧力は吸気管に設置される吸気管圧力センサ 30、燃焼圧は燃焼室付近に設置される燃焼圧センサ 33、トルク値はエンジン出力軸に設置されるトルクセンサ、HC 濃度はエンジン 100 の排気管に取付けられる HC センサなどにより検出される。図 6 と同様に、それぞれ実線で示す挙動は前記混合気供給装置 2 1 が性能上問題無い場合、破線は前記混合気供給装置 2 1 が何らかの問題がある場合の挙動を示している。問題無い場合には、図 6 の場合と同様、図 8 (e) で示す点火時期の遅角補正を所定量まで実施した時点から、所定の t_{md} 後に、 t_{mm} で設定される所定期間の間における図 8 (f) ~ 図 (i) で示した混合気状態検出手段はそれぞれ変化量が少ない。しかし、何らかの問題がある場合には、それぞれの変化量が問題の無い場合より大きくなるので、変化量の大きさと前記混合気供給装置 2 1 の故障を判定することができる。

【0048】図 10 は、各パラメータの変化量と劣化度との関係を示す図であり、図 10 (f) ~ (i) は前記図 8 (f) ~ (i) に、また図 10 (j), (k) は後述する図 9 (j), (k) にそれぞれ対応している。まず、図 8 (f) の吸気管圧力の変化量 ΔP_m で検出する場合、 ΔP_m の大きさが、混合気供給装置 2 1 の異常状態、例えばヒータの劣化度と相関を持つ。

【0049】図 10 (f) は、前記 ΔP_m と劣化度との関係を示したもので、この場合に前記 ΔP_m と劣化度とはほぼ比例関係にあり、劣化度は ΔP_m の所定の関数で与えられる。よって、予め設定されるしきい値 SLP_m を超える ΔP_m が検出された場合に異常と判定するようにする。あるいは ΔP_m に応じて段階的に劣化度を求め、予め設定してある所定の劣化度を超えた場合に異常判定とすることもできる。

【0050】同様に、図 8 (g) 燃焼圧の変化量 ΔP

i、又は図8(h)トルク値の変化量 ΔTq で検出する場合、 ΔPi 、 ΔTq の大きさが、混合気供給装置21の異常状態、例えばヒータの劣化度と相関を持つ。図10(g)、(h)は、前記 ΔPi 、 ΔTq の大きさと劣化度との関係を示したもので、劣化度はそれぞれ所定の関数で与えられる。よって、予め設定されるしきい値 $SLPi$ 、 $SLTq$ を超える ΔPi 、 ΔTq が検出された場合に異常と判定するようにする。

【0051】また、図8(i)のHC濃度は排気管に取付けられ、排気成分を検出するものである。前述したように、空燃比センサ32では特性的に失火状態でもリーン側の出力をする場合があり、混合気としては不適切な場合でも、空燃比としては空気と燃料の比率が合っていれば異常を検出できないという問題がある。また、始動クランキングを含む運転期間では、機関が自力で回転し出すので、燃焼が大きな変化をする過渡領域であり、燃焼状態の悪化を速く検出するのが難しく、空燃比に基づいて診断するには誤検出するなどの問題があった。HC濃度は、排気成分を検出することで、混合気が燃焼に影響して、燃焼状態が変化し、結果的に排気成分が変化するのを空燃比センサ32よりも速く捉えることができ、混合気の異常判定が可能である。HC濃度の変化 ΔHC で検出する場合の劣化度と判定値($SLHC$)との関係を図10(i)に示す。

【0052】また、ここで、排気成分を検出するセンサとしては、図示しない NOx センサ、 CO センサもあり、同様に検出した濃度の変化により、混合気の異常を判定することが可能である。さらに図示しないが、排気温度センサが排気管に取付けられている場合には、混合気が燃焼に影響して、燃焼状態が変化し、結果的に排気温度が変化するのを検出し、混合気の異常を判定することも可能である。

【0053】図9は、図8において更に、スロットル弁8をバイパスする補助空気通路9と、前記補助空気通路9の空気量を調節する補助空気通路バルブ10と、前記内燃機関が始動後と判定された後は、所定の目標回転数となるように前記補助空気通路バルブ10を制御する目標回転数制御手段とが設けられている場合を示したものである。図9と同様に、それぞれ実線で示す挙動は前記混合気供給装置21が性能上問題無い場合、破線は前記混合気供給装置21が何らかの問題がある場合の挙動を示している。目標回転数制御状態で、点火時期の遅角補正を所定量まで実施していくと、回転数を維持するためには、トルクを出すために空気量が増加し、結果として燃料量が増加する。本構成では、前記上流燃料噴射弁3、ヒータ部材4、補助空気通路バルブ10のいずれか、又は複数が異常であることを判定する。

【0054】まず、図9(j)で示す空気流量では、前記混合気供給装置21が何らかの問題があるとエンジン回転数が目標回転数より低下するので、補助空気通路バ

ルブ(ISCバルブ)10などのバイパス空気量を増加させて目標回転数を維持するように制御するので、空気量が増加する。よって図9(e)で示す点火時期の遅角補正を所定量まで実施した時点から、所定の tmd 後に、 tmm で設定される所定期間内の空気量(Qa)の変化を検出するようにし、例えば最大変化幅(ΔQa)の大きさによって混合気供給装置21の故障を判定することができる。この tmm 間における最大変化幅を ΔQa とすると、性能上問題無い場合に検出される $\Delta Qa1$ と何らかの問題がある場合に検出される $\Delta Qa2$ とは $\Delta Qa1 < \Delta Qa2$ となり、 ΔQa の大きさが、混合気供給装置21の異常状態、例えばヒータの劣化度と相関を持つ。図10(j)は、前記 ΔQa と劣化度との関係を示したもので、この場合に前記 ΔQa と劣化度とはほぼ比例関係にあり、劣化度は ΔQa の所定の関数で与えられる。よって、これを超える ΔQa が検出された場合に異常と判定するようにする。あるいは ΔQa に応じて段階的に劣化度を求め、予め設定してある所定の劣化度を超えた場合に異常判定とすることもできる。

【0055】また、 Qa の変化を検出するのに、ISCバルブ10などのバイパス空気量の制御量を、前記点火時期の遅角を実施する前の制御量を基準として前記 tmd 経過後における tmm 間の増加分 ΔBA として検出し、予め異常判定値 $SLba$ を設定しておき、これに応じて劣化度を求めるようにしても良い。

【0056】同様に、図9(k)のシリンダ流入燃料量の変化 Δqf で検出する場合の劣化度と判定値($SLqf$)との関係を図10(k)に示す。ここで、 qf の検出はコントロールユニットで演算している燃料量(g/min)あるいは上流燃料噴射弁3の開弁時間(ms)の変化により検出するようにしても良い。

【0057】また、前記図3で示したように、上流燃料噴射弁3で始動するようにした場合にエンジン回転数が所定値に達しても、混合気供給装置21の燃料供給手段が正常とは確定できない場合もある。例えば、劣化度が小さい場合は前記回転数の条件を満足してしまう。そこで次の段階としては、前記図8(e)で示す点火時期の遅角補正を所定量まで実施していくと、前述したエンジン回転数の変化幅の大きさを検出することによって、予め設定してある所定の劣化度を超えた場合に異常と判定するようにする。異常判定が確定したと判断した場合には、点火時期の遅角量を中止し、後述するフェールセーフ手段を実施し、前記主燃料噴射弁2による燃料供給手段に切替えるように制御する。

【0058】図11は、混合気供給装置異常判定手段22の具体的な方法を更に詳細に示す図であり、図6に対しての応用例を示す。前記図6では、前記上流燃料噴射弁3の噴射開始後に図6(e)で示す点火時期の遅角補正を所定量まで連続して実施するのに対し、図11では、点火時期の遅角を所定回(n)回に分けて実施し、

各々の点火時期の定常状態でのエンジン回転数の変化を検出して前記混合気供給装置21の異常あるいは劣化を判定する方法を示したものである。

【0059】まず、上流燃料噴射弁3への噴射切換え後に点火時期を徐々に所定量($drt1$)まで遅角してその状態を維持する。所定時間(tmd)経過した時点から、 $t m 1$ で設定される所定期間内のエンジン回転数の最大変化幅 $\Delta N i d 1$ が検出される。

【0060】図12は、最大変化幅 $\Delta N i d$ と異常判定値 $d N B$ を示す図である。図12では前記最大変化幅 $\Delta N i d$ と、予め設定される異常判定値 $d N B$ を示しており、 $d N B$ は正常な範囲にある場合の最大変動幅 $d N A$ に対して、余裕をもって大きめに設定される。前記 $t m 1$ の範囲で検出される $\Delta N i d 1 < d N B$ であれば、前記混合気供給装置21の異常が無いものとして、引き続き点火時期を徐々に所定量($drt2$)まで遅角してその状態を維持する。所定時間(tmd)経過した時点から、 $t m 2$ で設定される所定期間内のエンジン回転数の最大変化幅 $\Delta N i d 2$ が検出される。 $\Delta N i d 2 < d N B$ であれば、前記混合気供給装置21の異常が無いものとして、引き続き点火時期を徐々に所定量($drt n$)まで遅角してその状態を維持する。所定時間(tmd)経過した時点から、同様に $t m n$ で設定される所定期間内のエンジン回転数の最大変化幅 $\Delta N i d n$ が検出され、所定回(n)回に分けて最終要求遅角量 $d r t d$ まで遅角する。 $d r t d$ まで遅角するまでに $\Delta N i d n \geq d N B$ となる回転数変化が無ければ、前記混合気供給装置21が正常と判定し、途中の遅角時に $\Delta N i d n \geq d N B$ となれば異常と判定する。また、実行の際に要求点火時期遅角量($d r t d$)に達するまでのトータル時間 $\Sigma d t m$ が20秒以内の短い時間でないと、遅角による排温上昇効果が低下して排気ガスが悪化するので、分割回数(n)及び前記 $t m d$ 、 $t m n$ の各時間設定を適合する必要がある。およそ $n = 2 \sim 3$ 回、 $\Sigma d t m$ が5～10秒程度の設定が望ましい。

【0061】図13は、遅角量と $\Delta N i d$ と劣化度のマップを示す図であり、前記図12が異常判定のみ実施するのに対し、図11による点火時期の n 回に及ぶ遅角の各段階における $\Delta N i d n$ に対して、遅角量と $\Delta N i d$ との関係から劣化度をマップ形式として予め設定しておき、これに応じて遅角の各段階で、前記混合気供給装置21の劣化状態を判定する方法である。例えば、遅角量が小さい 5° の時に検出される $\Delta N i d$ が $100 r / m i n$ でも、劣化度が大きく、遅角量が大きい 20° の時の $\Delta N i d$ が $100 r / m i n$ でも劣化度が小さく与えられるように設定される。ここで、前記図6における場合と同様にエンジン回転数の変化は $\Delta N i d$ 以外にも、所定時間当りの変化量の最大値 $\Delta d N m$ の大きさを検出する方法、あるいは目標エンジン回転数からの偏差量($d N m e a$)の大きさを検出することで求めるように

しても良い。

【0062】前述の如く構成された診断装置では、前記図6で示す点火時期の遅角補正を所定量まで連続して実施する手段では、上流燃料噴射弁3の劣化度が大きい

(例えば、激しい劣化、ヒータの断線、燃料の極端な供給不足など)ときは、遅角を完了する前に燃焼が悪化して炭化水素の排出量の増加や、最悪エンジンストールに至る可能性があるのに対し、段階的に遅角することで、遅角量に対する燃焼状態を検出しながら劣化度の判定ができる。よって、極端な炭化水素の排出量の増加や、最悪エンジンストールに至るのを防止することができる。

【0063】図14は、空気流量 $Q a$ で異常を判定する方法を示す図である。図14に示すように、点火時期を遅角すると目標回転数を維持するように制御するので空気量が増加する。よって、点火時期の遅角量に応じた空気量の増加分($d Q a$)が、正常時に求められるライン $d Q a A$ に対して、余裕度を持って点火遅角量に対するテーブル値や関数として予め設定される判定値ライン $d Q a B$ を越えた場合に異常と判定する。

【0064】上記図12乃至図14で説明した異常判定方法と同様な考え方により、図示しないが前記図8の場合と同様に、点火時期遅角量に応じて他の混合気状態検出手段である、例えば吸気管圧力の変化量 $\Delta P m$ や、変化分に応じた異常判定ラインを設定する場合、あるいはシリンダ流入燃料量の変化 $\Delta q f$ や変化分に応じた異常判定ラインを設定する場合でも、異常や劣化度を判定することができる。

【0065】次に、始動直後の他に、他の定常時運転状態で前記混合気供給装置21の異常や劣化を判定する方法について図15乃至図17を参照して説明する。図15及び図16は、定常時運転状態で混合気供給装置の異常を判定する方法を示す図である。

【0066】図15において、定常で主燃料噴射弁2単独で運転されている状態から上流燃料噴射弁3単独での運転へ移行する切換えを強制的に設ける。この運転状態の切換えは、例えば運転性への影響の少ない領域に設定するものとし、例えば高回転高負荷領域に設定される。また、主燃料噴射弁2単独で運転している場合には異常が無いと判定されていることが前提で、噴射弁の切換えを行うようにする。噴射弁の切換えを行った後は、前記図6に示す場合と同様に所定の $t m d 2$ 後に、 $t m m$ で設定される所定期間内のエンジン回転数の最大変化幅 ΔN によって混合気供給装置21の故障をエンジン回転数の最大変化幅の大きさを判定する。切換えした後 $t c k$ 時間経過後に再び主燃料噴射弁2単独での運転に戻すものとする。但し、図16に示すように、 $\Delta N > \Delta N 3$ となるような変化が検出された際は、 $t c k$ 時間経過前でも、直ちに主燃料噴射弁2単独での運転に戻して、顕著な異常が検出された場合は後述するフェールセーフ手段を実施するようにする。

【0067】図17は、バッテリー電圧の変化で混合気供給装置の異常判定方法を示す図であり、例えば前記図6、図8、図9、図15、図16に示すような、主燃料噴射弁2単独で運転されている状態から上流燃料噴射弁3単独での運転へ移行する切換えを行った際に、バッテリー電圧(VB)の変化によって前記混合気供給装置21の異常や劣化を判定する方法を示したものである。

【0068】この運転状態の切換えの際には、ヒータがOFF(非通電)からON(通電)に移行するために、ヒータ電流が消費されるので、バッテリー電圧(VB)が低下する。ヒータ電流は、ON時に最大となるので、ヒータONした際のVBの最大変化幅(ΔVB)、あるいは変化率の最大値(dVB)の大きさを検出することによって異常や劣化を判定することができる。例えば、劣化していない場合は、ヒータの突入時の消費電流が大きく、VBの変化幅も大きくなる傾向にある。

【0069】図18は、バッテリー電圧変化と劣化度との関係を示す図である。また、前記 ΔVB と劣化度とは、ほぼ逆比例的な関係にあり、劣化度は ΔVB の所定の関数で与えられる。よって、所定の判定値 $SLVB$ を超えないような ΔVB が検出された場合に異常と判定するようにする。この際に注意しなければならないのは、バッテリー自体が劣化しているときや充分充電されていないときは、 ΔVB 値が大きく検出されるので、実際はヒータが劣化しているのにも関わらず正常と判定する場合がある。よって、ヒータがOFFの時のバッテリーVBがエンジン停止時に12V以上、オルタネータ発電時に14V近辺にあることにより、バッテリーが正常と判定されることを必要条件として、バッテリー電圧(VB)の変化によって判定することが重要である。

【0070】図19は、ヒータ電流とヒータON時間との関係を示す図であり、前記図2における構成で、ヒータ電流検出手段20を備えている場合のヒータ電流値による前記混合気供給装置21の異常や劣化を判定する方法を示したものである。

【0071】ヒータOFF(非通電)状態からON(通電)してからの経過時間を横軸にとると、検出されるヒータ電流値は正常時には、ON直後を最大値として、所定電流以下例えば200A相当未満の値をとる。よって、経過時間に応じて本実施形態では、それぞれ t_{da1} 、 t_{da2} 、 t_{da3} の3段階でそれぞれ電流値の判定値 $SLap1$ 、 $SLap2$ 、 $SLap3$ を設定し、各段階でこれを所定時間(t_{mng1})より長い時間越えている場合に、異常と判定するようにする。ここで、判定値を最大値をねらった $SLap1$ 値1個としても良く、3段階より増やしても良いが、ヒータ電流の変化から求めると2~3段階が望ましい。また、電流値が燃料噴射量によるヒータへの付着燃料量に応じて変化するので、予め燃料噴射量に応じて判定値 $SLap1$ 、 $SLap2$ 、 $SLap3$ を設定設定すると、判定の精度を向上

と、誤診断の防止の両立が可能である。

【0072】図20は、劣化判定した場合のフェールセーフ方法を示す図である。前述してきた各々の前記混合気供給装置21の異常や劣化を判定する方法によって、異常あるいは、劣化と判定した場合のフェールセーフ方法を示したものであり、少なくともエンジン始動の確保と、機関の運転継続と、排気ガスが悪化防止を達成する方法を示したものである。

【0073】図20(d)に示すように、一旦上流燃料噴射弁3単独又は混合気供給装置21による燃料供給分担を多く設定する燃料供給手段で運転されている場合に、異常判定が確定したと判断した場合には、図20(e)で示す触媒の活性を促進する目的の点火時期の遅角量を中止して、燃料供給手段の切換えによるショックを低減する目的で点火時期が制御された後に、遅角をやるように点火時期が制御され、図20(c)に示す前記主燃料噴射弁2単独又は、前記混合気供給装置21より主燃料噴射弁2の燃料供給分担を多く設定する燃料供給手段に切換えるように制御する。また、図20(b)に示すヒータの通電は、上流燃料噴射弁3で噴射した燃料を気化させてからOFFした方が良い場合と、前記ヒータ電流が異常と検出された場合には、直ちにOFFした方が良い場合とがあるので、異常判定の結果によって選択的にOFF時間を設定できるように異常判定確定からヒータをOFFするまでの時間($dltm2$)を設定しておく。

【0074】以上述べてきた診断装置の実施形態では、吸気ポート付近に設けられる燃料噴射弁を主燃料噴射弁2として説明したが、主燃料噴射弁2を燃焼室内に直接燃料を噴射する噴射弁とするようにしても良く、診断方法、効果は同様である。

【0075】次に、前述した実施形態における混合気供給装置21の異常判定制御について説明する。図21は、混合気供給装置21の異常判定処理を示すフローチャートであり、コントロールユニット19の演算処理装置(MPU)において、図示しないメインルーチンから所定時間(例えば10ms)毎に起動され実行される。

【0076】まず、ステップ1000で燃料供給手段の切換え手段が混合気供給装置21による噴射を行うか、主燃料噴射弁2による噴射かをチェックする。切換え条件が成立し混合気供給装置21による噴射と判定されたときは、ステップ1100へ進み、主燃料噴射弁2による噴射と判定された場合は、ステップ2000へ進む。

【0077】ステップ2000では、主燃料噴射弁2による噴射を実施する。ステップ2100では、前回のルーチンで混合気供給装置21による噴射が実行されていれば、混合気供給装置21の噴射量を減少させる。次いで、ステップ2200でスタータがONであるか否かをチェックし、スタータがOFFの場合はそのままステップ2300へ進む。ステップ2200でスタータがON

と判定されれば、ステップ 2210 で始動時の噴射を実施するように設定し、ステップ 2300 へ進む。

【0078】ステップ 2300 では、所定の燃焼状態に達したか否かをチェックする。所定の燃焼状態、例えばエンジン回転数が 800 r/min に達した場合は、ステップ 2400 で主燃料噴射弁 2 が正常と判定し、所定の燃焼状態に達しない場合は、そのまま本ルーチンを終了する。

【0079】一方、上記ステップ 1000 で混合気供給装置 21 による噴射と判定され、ステップ 1100 へ進んだときは、ステップ 1100 で主燃料噴射弁 2 が正常かをチェックする。ステップ 1100 で主燃料噴射弁 2 が正常と判定されていない場合は、そのまま本ルーチンを終了する。主燃料噴射弁 2 が正常と判定されていれば、ステップ 1200 へ進む。

【0080】ステップ 1200 では、混合気供給装置 21 による噴射を実施し、また図示しないがヒータを通电させるなどの制御を同時に実施する。次いで、ステップ 1300 で主燃料噴射弁 2 の噴射量を停止もしくは徐々に 0 に近い値となるまで減量する。

【0081】ステップ 1400 では、点火時期の遅角補正を実施し、ステップ 1500 で遅角補正量が所定量まで達したか否かをチェックする。所定量まで達していない場合は、そのまま本ルーチンを終了して、所定量に達するまで、所定時間毎に起動される本ルーチンを繰り返す。

【0082】遅角補正量が所定量まで達した場合は、ステップ 1600 で回転数の変化幅 (ΔN) を演算する。ステップ 1600 の演算は、前記遅角補正量が所定量まで達した時点から計測される、所定時間の間に、単位時間当たり (例えば 40 ms 間) の変化量として検出される。

【0083】ステップ 1700 では、前記の ΔN の値が予め設定される所定値より大きいかなんかをチェックする。所定値まで達していなければそのまま本ルーチンを終了して所定時間毎に起動される本ルーチンを繰り返し、所定時間の間に 1 度も達していなければ、図示しない別のルーチンで、上流噴射装置が正常と判定される。

【0084】上記ステップ 1700 で所定量まで達した場合は、ステップ 1800 で混合気供給装置 21 の異常が判定され、所定の判定結果フラグなどがセットされる。ステップ 1900 では、混合気供給装置 21 の噴射、点火時期の遅角補正、ヒータの通电などを中断する処理が実施され、ステップ 1910 では、さらに混合気供給装置 21 の噴射、点火時期の遅角補正を以後禁止する処理が実施されて本ルーチンを終了する。

【0085】上記では、主に混合気の状態を検出する混合気状態検出手段と、検出結果に基づいて、混合気供給手段の異常を判定する判定手段について説明したが、この手段は、混合気状態が悪いと判定したときに、前記混

合気供給装置 21 の異常と判定する混合気供給装置 21 の診断方法である。

【0086】また、気化手段は、前述したようなヒータ部材に通電する電気式ヒータによる気化のほかに、燃焼熱によるヒータ気化、超音波振動による気化、温水利用による気化、排気温度利用による気化のいずれであっても良く、図 17 から図 19 による例を除いて適用が可能である。

【0087】以上詳細に説明したように、本実施形態の混合気供給装置の診断装置及びその診断方法は、内燃機関に燃料を供給する主燃料噴射弁 2 と、主燃料噴射弁 2 より上流に燃料を供給する上流燃料噴射弁 3 と、上流燃料噴射弁 3 からの燃料を気化する気化手段とにより、主燃料噴射弁 2 の上流から混合気を供給する混合気供給手段を設けた内燃機関の混合気供給装置において、混合気を供給しているときの混合気の状態を、機関回転数などの変化量検出結果に基づき検出し、検出結果の変化量などに基づいて混合気供給手段の異常を判定する異常判定手段 22 を備え、また異常と判定されたときに、上流燃料噴射弁 3 から供給する燃料を停止し、かつ主燃料噴射弁 2 への切換えと、気化手段の停止と、点火時期の補正とをただちに、又は段階的に行うフェールセーフ制御手段 23 を更に備えて構成したので、混合気供給装置 21 の異常が発生して、十分な気化燃料が供給されなくなった場合でも、少なくともエンジン始動の確保と、エンジンストールに至るような問題が無く機関の運転を継続することができ、かつ排気ガスの悪化を防止することができる。これにより、混合気供給手段の異常により、混合気供給装置から十分な気化燃料が供給されなくなった場合には、燃焼の改善効果が発揮されなくなり、炭化水素の排出量の増加や、最悪燃焼でエンジンストールに至るのを未然に防止することができる。

【0088】以上、本発明の一実施形態について詳述したが、本発明は、前記各実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の精神を逸脱しない範囲で、設計において種々の変更ができるものである。

【0089】

【発明の効果】以上の説明から理解されるように、本発明に係る混合気供給装置の診断装置及びその診断方法は、混合気供給装置による混合気に異常がある場合に、異常と判定することができ、少なくともエンジン始動の確保と、エンジンストールに至るような問題が無く機関の運転を継続することができ、かつ排気ガスの悪化を防止することが可能な混合気供給装置を供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態の実施形態の混合気供給装置の診断装置を備えたエンジンシステムの構成を示した図。

【図 2】本実施形態の混合気供給装置の診断装置のコントロールユニット及び混合気供給装置の内部構成を示した図。

【図 3】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の混合気供給装置異常判定手段の具体的な方法を示す図。

【図 4】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の混合気供給装置異常判定手段の具体的な方法を示す図。

【図 5】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の混合気供給装置異常判定手段の具体的な方法を示す図。

【図 6】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の混合気供給装置異常判定手段の具体的な方法を更に詳細に示す図。

【図 7】本実施形態の混合気供給装置の診断装置のエンジン回転数変化量 ΔN と劣化度との関係を示す図。

【図 8】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の混合気供給装置異常判定手段の具体的な方法を更に詳細に示す図。

【図 9】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の混合気供給装置異常判定手段の具体的な方法を更に詳細に示す図。

【図 10】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の各パラメータの変化量と劣化度との関係を示す図。

【図 11】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の混合気供給装置異常判定手段の具体的な方法を更に詳細に示す図。

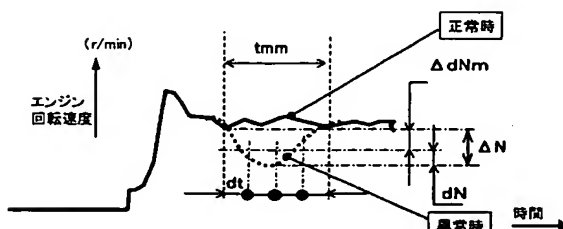
【図 12】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の最大変化幅 ΔN_{id} と異常判定値 dNB を示す図。

【図 13】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の遅角量と ΔN_{id} と劣化度のマップを示す図。

【図 14】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の空気流量 Q_a で異常を判定する方法を示す図。

【図 15】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の定常時運転状態で混合気供給装置の異常を判定する方法を示す図。

【図 3】



【図 16】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の定常時運転状態で混合気供給装置の異常を判定する方法を示す図。

【図 17】本実施形態の混合気供給装置の診断装置のバッテリー電圧の変化で混合気供給装置の異常判定方法を示す図。

【図 18】本実施形態の混合気供給装置の診断装置のバッテリー電圧変化と劣化度との関係を示す図。

【図 19】本実施形態の混合気供給装置の診断装置のヒータ電流とヒータ ON 時間との関係を示す図。

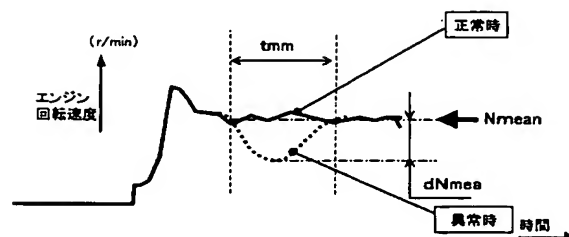
【図 20】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の劣化判定した場合のフェールセーフ方法を示す図。

【図 21】本実施形態の混合気供給装置の診断装置の混合気供給装置の異常判定処理を示すフローチャート。

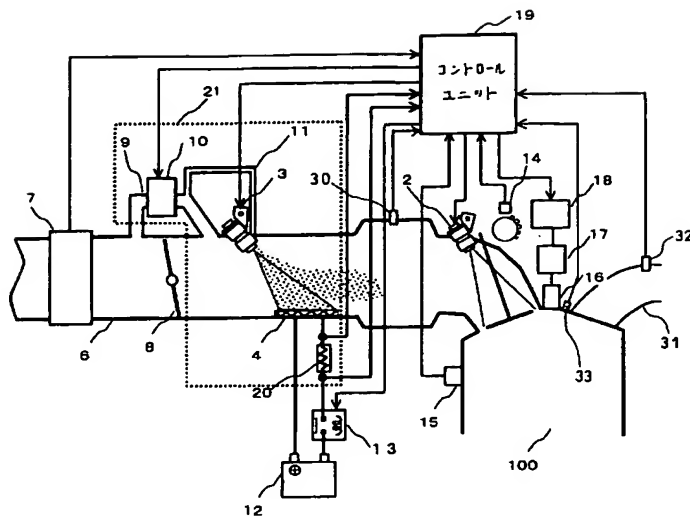
【符号の説明】

- 1…噴射制御手段
- 2…主燃料噴射弁
- 3…上流燃料噴射弁
- 4…ヒータ部材
- 5…ヒータ制御手段
- 6…吸気通路
- 7…吸入空気量センサ
- 8…スロットル弁
- 9…補助空気通路
- 10…ISCバルブ
- 11…微粒化用空気通路
- 13…ヒータリレー
- 19…コントロールユニット
- 20…ヒータ電流検出手段
- 21…混合気供給装置
- 22…混合気供給装置異常判定手段
- 23…混合気供給装置フェールセーフ手段
- 40…通路バルブ制御手段
- 41…点火時期制御手段

【図 4】



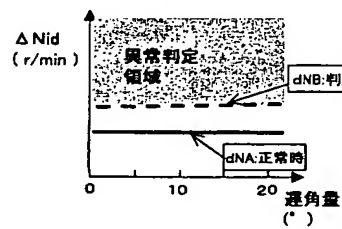
【図1】



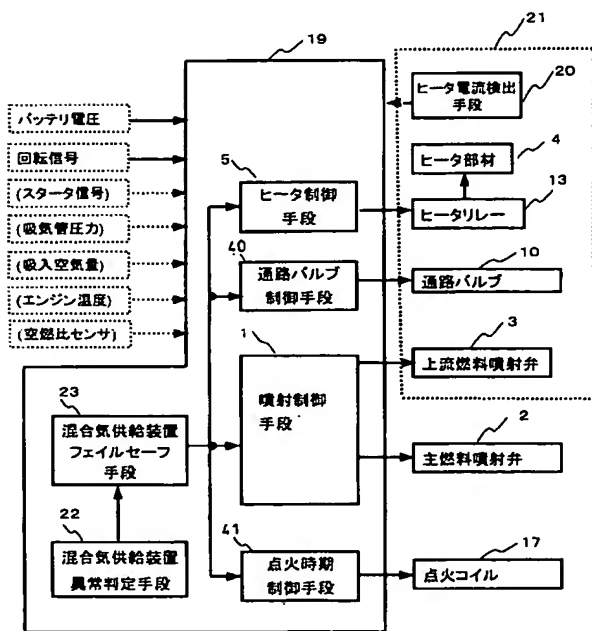
【図5】



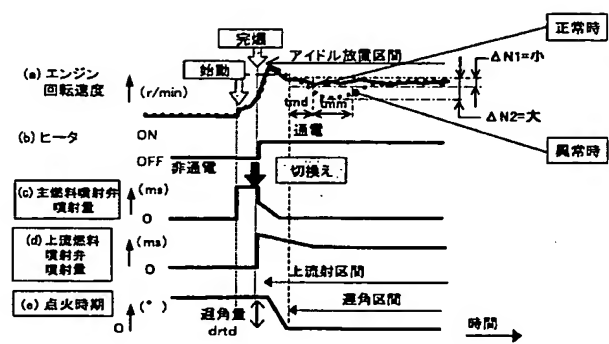
【図12】



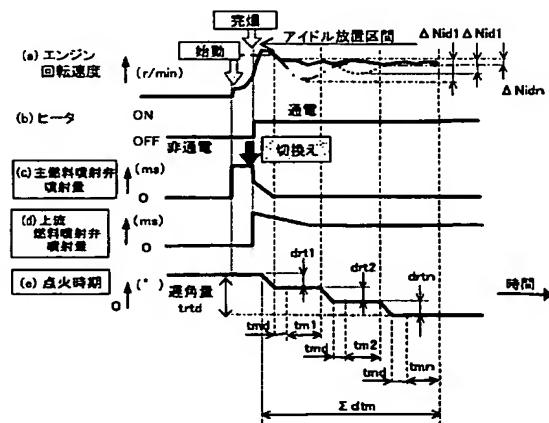
【図2】



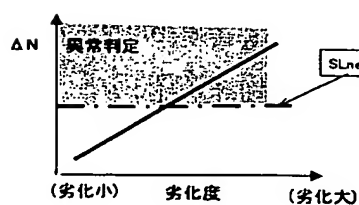
【図6】



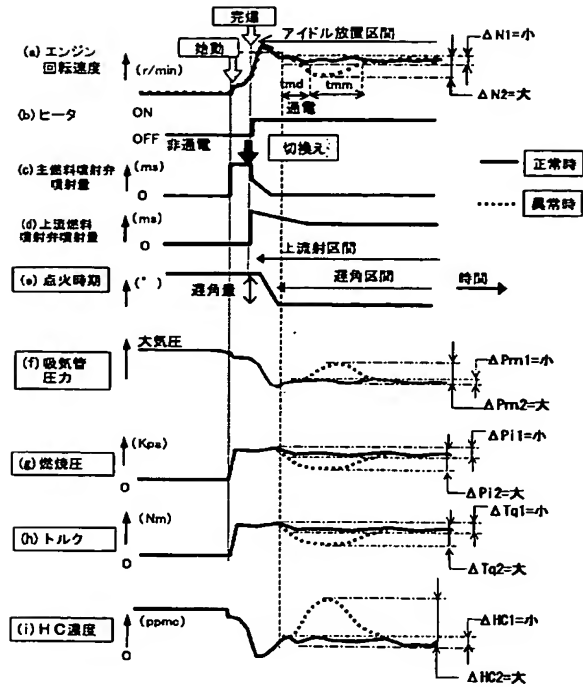
【図11】



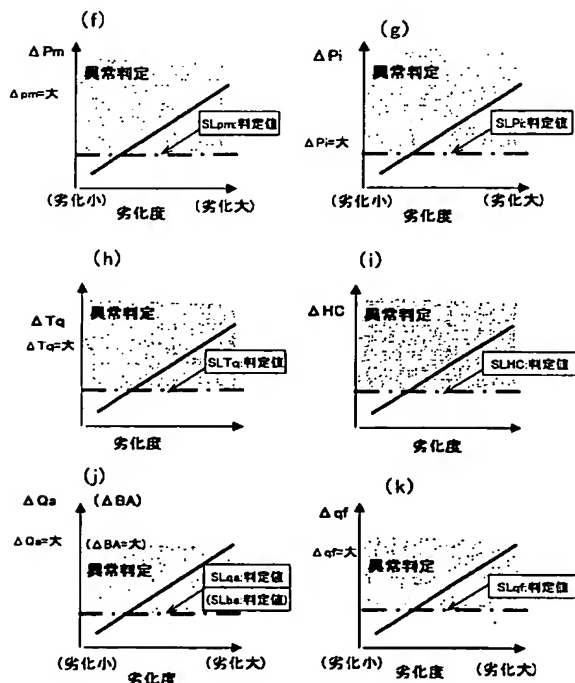
【図7】



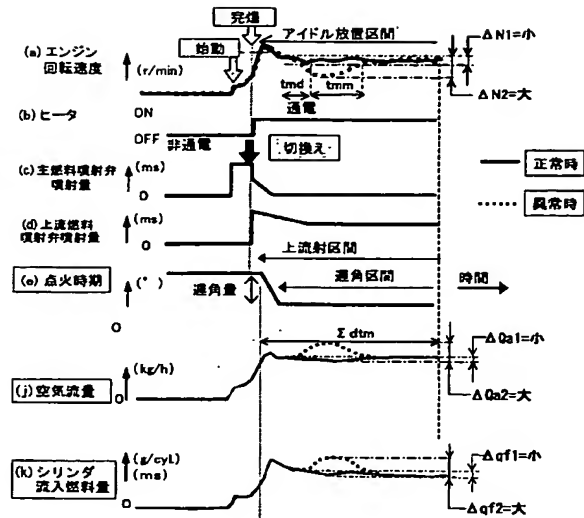
【図8】



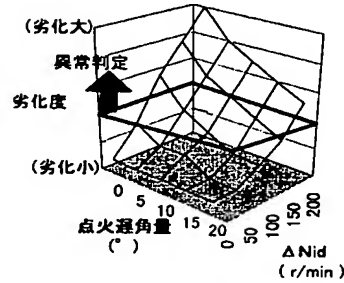
【図10】



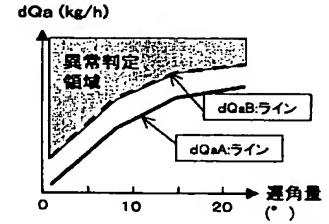
【図9】



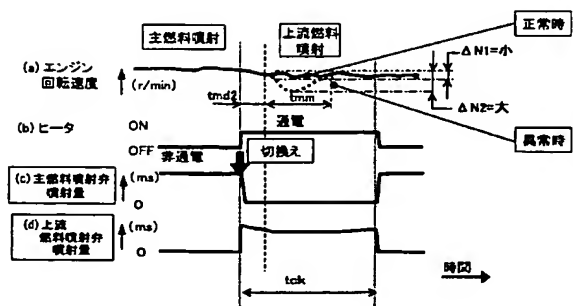
【図13】



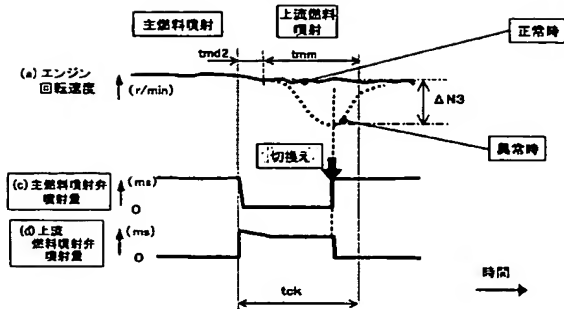
【図14】



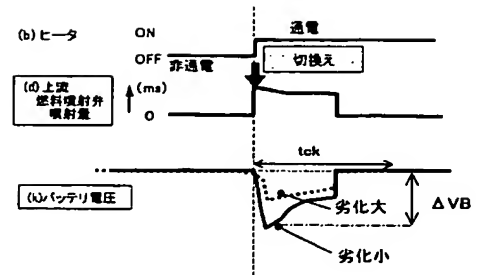
【図15】



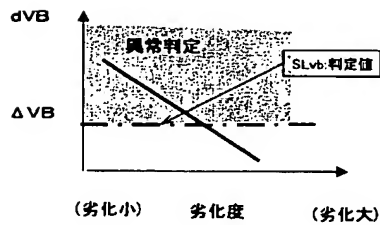
【図16】



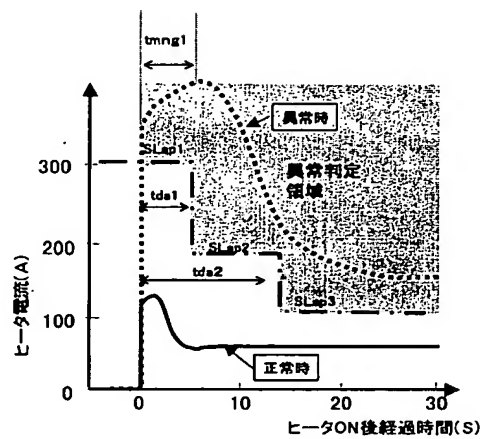
【図17】



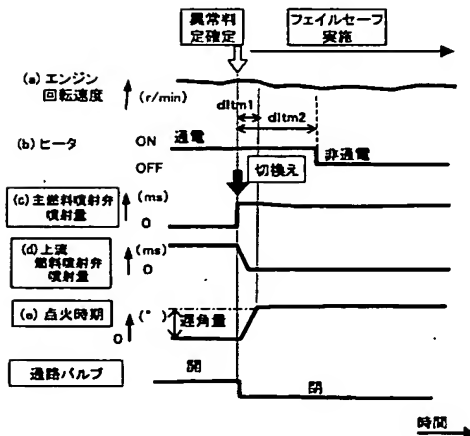
【図18】



【図19】



【図20】



```

graph TD
    START([START]) -- 1000 --> J1{切換え条件成立?}
    J1 -- N -- 2000 --> P1[主燃料噴射弁による噴射]
    J1 -- Y -- 1100 --> J2{主燃料噴射弁正常?}
    J2 -- N -- 1200 --> P2[上流燃料噴射装置による噴射]
    J2 -- Y -- 1300 --> P3[主燃料噴射弁の噴射量を減少]
    P3 -- 1400 --> P4[点火時期の選角実施]
    P4 -- 1500 --> J3{点火時期の選角完了?}
    J3 -- N --> OUT1(( ))
    J3 -- Y -- 1600 --> P5[回転数の変化幅(ΔN)検出]
    P5 -- 1700 --> J4{ΔN≧所定?}
    J4 -- N --> OUT2(( ))
    J4 -- Y -- 1800 --> P6[上流噴射装置の異常判定]
    P6 -- 1900 --> P7[上流噴射装置の噴射と点火時期の選角中断]
    P7 -- 1910 --> P8[上流燃料噴射弁による噴射禁止]
    P8 --> J5{スタータON?}
    P1 -- 2100 --> P9[上流燃料噴射装置の噴射量を減少]
    P9 -- 2200 --> J5
    J5 -- Y -- 2210 --> P10[始動噴射実施]
    P10 --> J6{所定の燃焼状態か?}
    J6 -- N --> J5
    J6 -- Y -- 2400 --> P11[主燃料噴射弁正常]
    P11 --> J5
    J5 --> END([END])
  
```

(72)発明者 市原 隆信
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株
式会社日立製作所自動車機器グループ内

F ターム(参考) 3G022 CA01 CA02 DA02 EA08 FA08
GA01 GA07 GA09 GA15
3G084 BA06 BA09 BA13 BA17 BA26
BA28 CA01 CA02 DA09 DA10
DA11 DA12 DA33 DA34 EB22
FA11 FA19 FA20 FA29 FA33
FA38
3G301 HA01 JA04 JA08 JA21 JA31
JB02 KA01 KA05 LB02 LB05
MA01 MA11 MA23 NB11 NE06
NE12 PA07Z PC01Z PD02Z
PE03Z PF16Z